

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-160852

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>  
B 41 J 3/04

識別記号  
1 0 3

庁内整理番号  
A-7513-2C

⑭ 公開 昭和63年(1988)7月4日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 積層インクジェットヘッド

⑯ 特 願 昭61-310328

⑰ 出 願 昭61(1986)12月25日

⑱ 発 明 者 潮 田 豊 司 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

トヘッド。

発明の名称

積層インクジェットヘッド

特許請求の範囲

ノズルと前記ノズルに連なる圧力室と前記圧力室に連なるインク供給路とからなる複数のインク滴噴射機構のそれぞれのインク供給路が1つの共通なインク室に連通して構成され、記録時において、前記圧力室のそれぞれに設けられた電気機械変換素子を駆動させて前記ノズルからインク粒子を噴射させるドロップオンデマンド型インクジェットヘッドにおいて、インク滴噴射機構を上下に積層配置し、積層されたインク滴噴射機構のノズル以外の圧力室を含む部分を互いに千鳥状にずらし、かつ各ノズルが1列になるよう各導通路を曲げ、各インク供給路は1つのインク室に連なるようにし、前記圧力室の上下にバイモルフ構造体が設けられたことを特徴とする積層インクジェッ

発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は積層インクジェットヘッド、特に情報処理装置のデータ出力を行うためのプリンタに用いられるドロップオンデマンド型インクジェットヘッドを構成する積層インクジェットヘッドに関する。

〔従来の技術〕

従来、この種のヘッドの1例として、例えば第6図に示すものが既に知られている。同図(a)は平面図を、同図(b)は弾性プレートを除いた平面図を、同図(c)は同図(a)のA-A'の断面図を示す。この種のヘッドは図に示すように、インク滴11を噴射するノズル12と、インクに圧力を発生させる圧力室13と、圧力室13から前記ノズル12へインクを圧力伝達、輸送する導通路14と、インクを外部から一時的にヘッド内に蓄えるインク室15と、インク室15から圧力

室13へインクを供給する供給路16とで構成されたインク滴噴射機構となっていて、インク滴噴射機構を形成するノズルプレート17とノズルプレート17と共に圧力室13を構成する弾性プレート18との2枚のプレートが接合され、圧力室13の真上に電気機械変換手段として、例えば圧電素子19を貼り付けて、形成されている。この圧電素子19の両電極面に記録信号に応じた電圧を印加することにより、圧電素子19を伸縮変化させて、弾性プレート18を撓ませ、圧力室13の瞬間的な容積変化を生じせしめる。この容積変化により、圧力室13内のインクに圧力波が発生し、その圧力波が導通路14を介してノズル12に伝播し、ノズル12内のインクの圧力を急激に上昇させることによってノズル12からインク滴11を噴射する。このインク滴11が記録媒体上に付着することにより印字が行われる。印加電圧除去後は、時間の経過と共に、インク室15から供給路16を介して圧力室13内にインクが充填され、各ノズル12にもインクのメニスカス（液

面の凹凸）20の表面張力により充填され、初めの状態に戻る。この様なヘッドの例としては、特公昭53-12138号が挙げられる。

また、第7図に示すインクジェットヘッドは従来の漢字を印字するためのヘッド一例で、ノズルプレート17の表裏に各12本のインク滴噴射機構が、ノズル12を2列の千鳥状に配置されるように設けられ、ノズル12より24個のインク滴を噴射し、それを横方向へ移動させて24×24ドットマトリックスで構成された漢字を印字するものである。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら、印字の質を上げて32×32ドットマトリックスの漢字を記録するためにはノズル12が32個必要となる。すなわちインク滴噴射機構がヘッド片面当り16本必要であり、そのパターン配置は従来の構造では最早限界となり、またヘッドも大きくなりその重量が増大し、ヘッドを動かすためのモータが大きくなるのでプリンタが大型になり、コストも上がるという問題が生

じる。また、無理にパターン配置を行うと、各インク滴噴射機構の寸法の適正値を超えることとなり、所期の性能を達成できない問題もある。

本発明の目的は上述の問題を除去し、圧力室を上下のインク滴噴射機構で千鳥状にずらして、インク滴噴射機構を積層し、多数のドット数を容易にとり得るドロップオンデマンド型の積層インクジェットヘッドを提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明の積層インクジェットヘッドは、インク滴噴射機構を上下に積層配置し、各インク滴噴射機構を互いに隣同士の圧力室が干渉しあわないようにノズル以外の部分を千鳥状にずらし、かつ各ノズルが1列になるように各導通路を曲げ、各インク供給路は1つのインク室に連なるようにし、前記圧力室の上下にバイモルフ構造体が設けられた構造を採ることによって構成される。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。

第1図は本発明の一実施例の外形斜視図で、本ヘッドは圧電性を有する材料で構成されている。第2図(a)は第1図のA-A'断面図、第2図(b)は第1図のB-B'断面図、また、第2図(c)は第1図のC-C'断面図である。インク滴噴射機構は第2図(a)の断面図に示すように一直線にはおかれず、各インク滴噴射機構を積層配置するとき互いに隣同士の圧力室13が干渉しあわないように千鳥状にずらし、各ノズル12が噴射方向からみて1列になるように導通路14を曲げ、供給路16は1つのインク室15に連なるようにしてある。また、圧力室13の上下にはバイモルフ構造体が設けられている。このバイモルフ構造体は、圧力室13の上下のそれぞれの壁面から対にある所定の距離に背面電極AおよびB22-aおよび22-bが設けられ、またそれぞれの背面電極AおよびB22-aおよび22-bより所定の距離に正面電極AおよびB21-aおよび21-bが設けられた構造となっている。正面電極21は信号発生源に、背面電極22はアー

スに接続されている。正面電極21に印加電圧を与えると正面電極21と背面電極22との間に電界を生じ、その間隙を満たしている材料の電歪効果により歪が生じる。背面電極22と圧力室13との間には電界が生じないのでこの間では歪は発生しないが、正面電極21と背面電極22との間に発生する歪により曲げモーメントが発生し、圧力室13の方へ圧力室13の長さ方向および幅方向に沿って握み変形して、圧力室13の容積変化を生じせしめる。この容積変化により、圧力室13内のインクに圧力波が発生し、その圧力波が導通路14を介してノズル12に伝播し、ノズル12内のインクの圧力を急激に上昇させることによってノズル12からインク滴11を噴射する。このバイモルフ構造体は圧力室13の両側に設けられているため、第7図に示した従来のヘッドに比べて比較的低い電圧で充分作動する。そのバイモルフ構造体は、上下のインク滴噴射機構のバイモルフ構造体と漏れ電界等の電氣的干渉、および握み変形等の機械的干渉を起こさないように、第2図

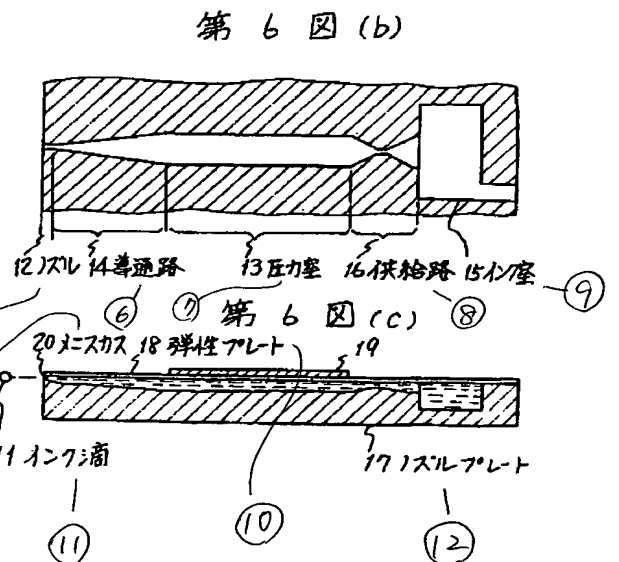
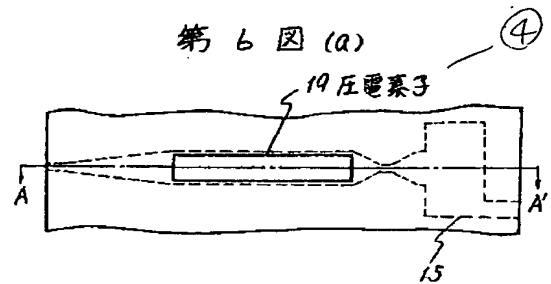
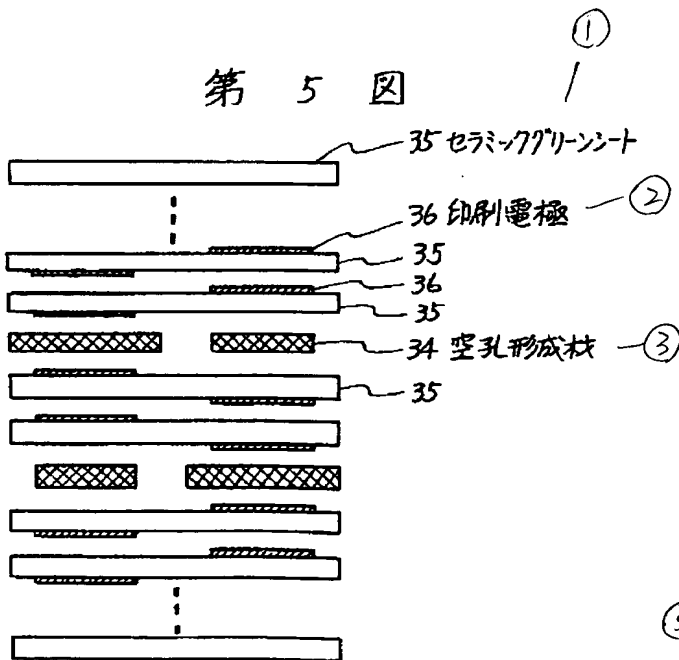
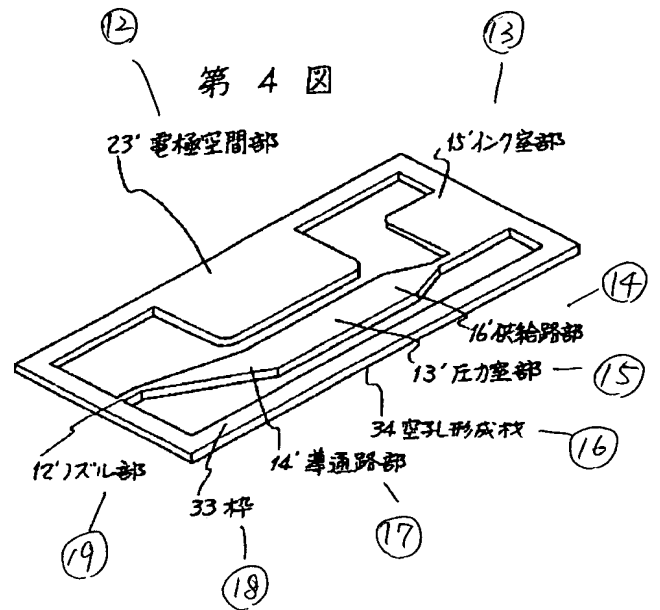
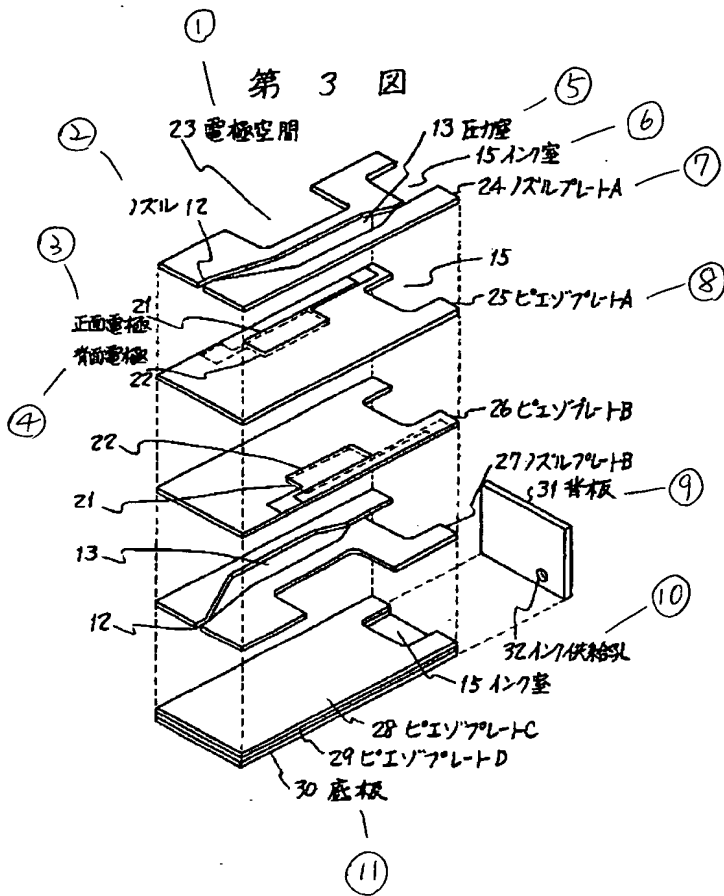
(b)および(c)に示すように互いの正面電極21の間に電極空間23が設けられている。そこで所定のノズル数、例えば32本のノズルに対しても上記のインク噴射機構を繰り返して積重ねた構造とすることにより達成される。即ち、以上説明した構成を採ることにより、ノズル数に制限されることのないヘッドが得られる。

次に本発明のヘッドを実現するための詳細な構成、および製造法について説明する。第3図は第1図をその製造過程において積層される薄板に分割した一部の斜視図である。第3図の一番上に示すノズルプレートA24はノズル12、導通路14、圧力室13、供給路16、インク室15および電極空間23が空孔として構成され、その下の圧電性の材料で構成されたピエゾプレートA25の表面には電極空間23に対応する位置に正面電極21が設けられ、その裏面の同位置には背面電極22が設けられており、またインク室15が設けられている。さらにその下にピエゾプレートB26が設けられるが、これはピエゾプレートA2

5の表裏をそのまま反転したものである。またその下に、ノズルプレートB27が設けられるが、これもまたノズルプレートA24を表裏反転したものである。本発明のインクジェットヘッドは、これら基本的な4枚のプレートを何層群にも重ね、最後にはこれらの層の上下端に電極のないピエゾプレートC28、そしてピエゾプレートA25と同一のピエゾプレートD29、インク室15のない底板30が接合され、次にインク供給孔32を設けた基板31をインク室15に対応する面に接合することによって得られる。

従来から、セラミックを用いたコンデンサ、抵抗、インダクタ、プリント基板、バリスタ等の電子部品はグリーンシート法による積層セラミックプロセス技術によって大幅な小型化、高性能化および高信頼性化が達成されている。この技術を更に発展させて、空孔形成技術による積層セラミックインクジェットヘッドが、同一出願人の特願昭60-243,220によって成されている。この空孔形成技術によれば、積層セラミックプロセ

スの脱バインダ工程で分解消失する感光性樹脂を用いて、第4図に示されるように、ノズル部12'、導通路部14'、圧力室部13'、供給路部16'、インク室部15'、電極空間部23'、枠33とで構成された空孔パターンのフォトマスクを紫外光を通して露光することによって、パターンニングされた空孔形成材34が得られる。この空孔形成材34は第5図に示すように、圧力室13に対応する位置に電極36が印刷されたセラミックグリーンシート35と共に必要な数だけ積層される。その後この積層体は脱バインダ工程、焼結工程を経ることによって、焼結体として形成される。また空孔形成材34は脱バインダ工程で分解し、空孔形成パターンの占めていた空間が焼結後、セラミックグリーンシートが変形して出来たセラミック中に空孔として形成される。この空孔形成材34のパターンは光リソグラフィ技術によって形成するため、精度が高く、微細で複雑なパターンを形成することが可能であり、さらに空孔形成材34を積層、焼結工程でのプロセス条件を



最適化することによって空孔形成パターンの高い精度を保持したままセラミック中に高精細な空孔を形成することが可能である。以上説明した空孔形成技術を用いれば、第1図から第3図に示す構造を持った積層インクジェットヘッドも容易に製造される。

#### 〔発明の効果〕

本発明は以上に説明した構成を採ることにより、従来製造が困難とされている32ドット以上のインクジェットヘッドが低い電圧でインク滴を噴射することが可能で、所定の記録高さに近い高さを有し、かつ幅の比較的狭い小型構造で得られ、またセラミックの空孔形成技術を採用することにより、量産性及び信頼性が高く、プリンタの小型化、軽量化、低コスト化を達成できると云う効果がある。

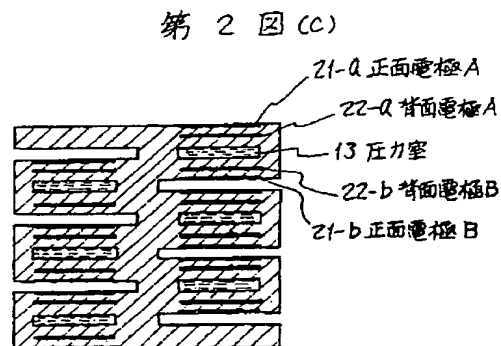
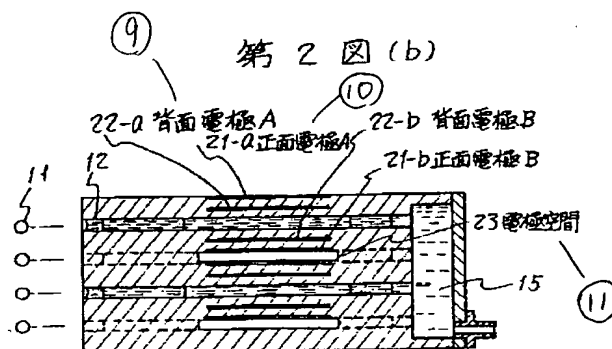
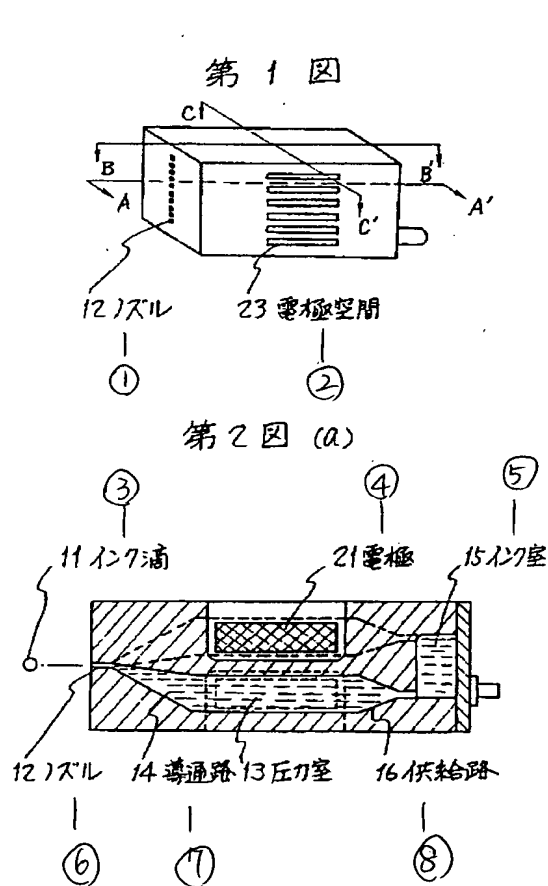
#### 図面の簡単な説明

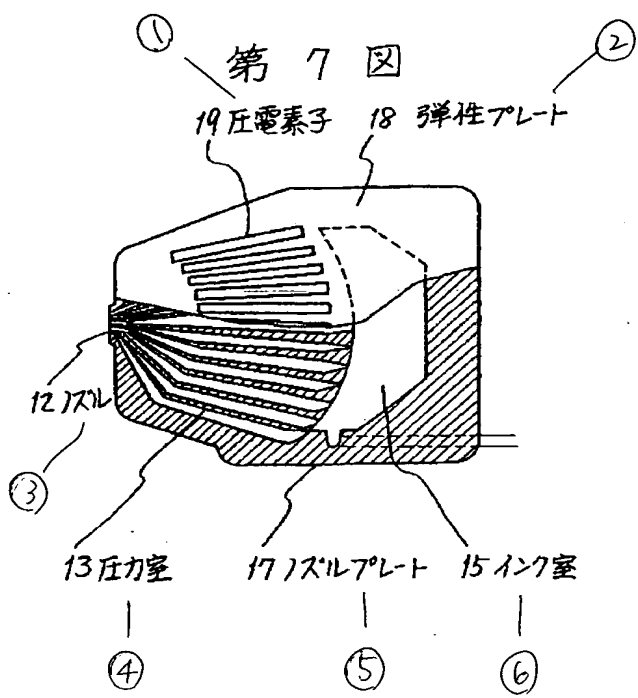
第1図は本発明の一実施例の外形斜視図、第2図(a)、(b)および(c)はそれぞれ第1図

のA-A'断面図、B-B'断面図およびC-C'断面図、第3図は第1図をその製造工程において積層される薄板に分割した一部の斜視図、第4図は第1図のヘッドの製造に用いられる空孔形成材の斜視図、第5図は第1図のヘッドの製造における積層の分解断面図、第6図は従来のドロップオンデマンド型インクジェットヘッドの代表的な構造図で、(a)は平面図、(b)は弾性プレートを除いた平面図、(c)はそのA-A'断面図、第7図は従来の集合形のヘッドの代表的な構造図である。

12…ノズル、13…圧力室、15…インク室、17…ノズルプレート、18…弾性プレート、21…正面電極、22…背面電極、23…電極空間、34…空孔形成材、35…セラミックグリーンシート。

代理人 弁理士 内 原 晋





S63-160852

SPECIFICATION

[TITLE OF THE INVENTION] Laminated Ink-Jet Head

[WHAT IS CLAIMED IS:]

A laminated ink-jet head which is an ink-jet head of a drop on-demand type comprising a plurality of ink droplets discharging mechanisms, each constituted by a nozzle, a pressure chamber connected to said nozzle and an ink supplying path connected to said pressure chamber, with the respective ink supplying paths communicating with a single common ink chamber so that, upon recording, an electrical to mechanical conversion element placed on each of said pressure chambers is driven so that ink particles are discharged from the nozzle,

characterized in that the ink droplets discharging mechanisms are placed in a vertically laminated manner, with portions including the pressure chambers of the laminated ink droplets discharging mechanisms except for the nozzles, being arranged with offsets in a staggered structure, in that the respective communication paths are bent so as to allow the respective nozzles to be aligned in one row, with the respective ink supplying paths being successively connected to one ink chamber, and in that Bimorph structural bodies are provided on the upper and lower portions of said pressure chamber.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

[INDUSTRIAL FIELD OF THE INVENTION]



The present invention relates to a laminated ink-jet head, and more specifically, concerns a laminated ink-jet head that constitutes a drop on-demand type ink-jet head used for a printer for carrying out data output of an information processing device.

[PRIOR ART]

Conventionally, an ink-jet head, shown in Fig. 6, has been known as one example of the head of this type. Fig. 6(a) shows a plane view, Fig. 6(b) shows a plane view in which an elastic plate has been excluded, and Fig. 6(c) is a cross-sectional view taken along line A-A' in Fig. 6(a). As illustrated in these Figures, the head of this type has an ink droplets discharging mechanism that is provided with a nozzle 12 for discharging ink droplets 11, a pressure chamber 13 for allowing the ink to generate pressure, a directing path 14 for propagating and transporting the pressurized ink from the pressure chamber 13 to the nozzle 12, an ink chamber 15 for temporarily storing externally-supplied ink inside the head, and a supplying path 16 for supplying the ink from the ink chamber 15 to the pressure chamber 13; and in this arrangement, two plates, which are a nozzle plate 17 for forming the ink droplets discharging mechanism and an elastic plate 18 for constituting a pressure chamber 13 together with the nozzle plate 17, are joined to each other, and, for example, a piezoelectric element 19 is bonded onto the right above portion of the pressure chamber 13 as an

electrical to mechanical conversion means. A voltage corresponding to a recording signal is applied onto both of the surfaces of this piezoelectric element 19; thus, the piezoelectric element 19 is elastically changed so that the elastic plate 18 is distorted to generate an instantaneous volume change in the pressure chamber 13. This volume change generates a pressure wave in the ink inside the pressure chamber 13, and this pressure wave is transmitted to the nozzle 12 through the directing path 14 so that the ink droplets 11 are discharged from the nozzle 12 by abruptly increasing the pressure of the ink inside the nozzle 12. These ink droplets 11 are allowed to adhere to a recording medium, thereby carrying out a printing process. After the applied voltage has been removed, ink is supplied into the pressure chamber 13 through the supplying path 16 from the ink chamber 15, and the respective nozzles 12 are also filled with ink due to surface tension of ink meniscus (irregularity of the liquid face) 20, thereby returning to the initial state. Japanese Examined Patent Publication No. 53-12138 is exemplified as a document disclosing such a head.

Moreover, in the ink-jet head, shown in Fig. 7, which is one example of a conventional head for printing Chinese characters, 12 ink droplets discharging mechanisms are respectively placed on the surface and rear surface of the nozzle plate 17 in a manner so as to place nozzles 12 in a two-row

staggered arrangement; thus, 24 ink droplets are discharged from the nozzles 12, and this is shifted laterally to print a Chinese character constituted by a  $24 \times 24$  dot matrix.

[PROBLEMS TO BE SOLVED BY THE INVENTION]

However, in order to record a Chinese character with an enhanced printing quality of  $32 \times 32$  dot matrix, 32 nozzles 12 are required. In other words, 16 ink droplets discharging mechanisms are required per one side face, and its pattern arrangement is no longer achieved by the conventional structure due to its limitation, and the head becomes greater with an increased weight, necessitating a greater motor and the subsequent large-size printer at high costs. Moreover, in the case when a pattern arrangement is made forcefully, the optimal value of the dimension of each ink droplets discharging mechanism is exceeded, thereby failing to achieve the desired performances.

An object of the present invention is to solve the above-mentioned problems and to provide a laminated ink-jet head of the drop on-demand type, in which ink droplets discharging mechanisms are laminated with the pressure chambers being arranged with offsets in a staggered structure in the upper and lower ink droplets discharging mechanisms so that it is possible to easily provide a number of dots.

[MEANS OF SOLVING THE PROBLEMS]

The laminated ink-jet head of the present invention is

achieved by an arrangement in which: the ink droplets discharging mechanisms are placed in a vertically laminated manner, with portions containing the pressure chambers thereof except for the nozzles, being arranged with offsets in a staggered structure so as to prevent the adjacent pressure chambers from interfering with each other, and the respective communication paths are bent so as to allow the respective nozzles to be aligned in one row, with the respective ink supplying paths being successively connected to one ink chamber, and in this arrangement, Bimorph structural bodies are provided on the upper and lower portions of the pressure chamber.

[EMBODIMENT OF THE PRESENT INVENTION]

Hereinafter, embodiments of the present invention will be described with reference to figures.

Fig. 1 is a perspective view showing an outer shape of one embodiment of the present invention, and the present head is constituted by members having a piezoelectric property. Fig. 2(a) is a cross-sectional view taken along line A-A' of Fig. 1, Fig. 2(b) is a cross-sectional view taken along line B-B' of Fig. 1, and Fig. 2(c) is a cross-sectional view taken along line C-C' of Fig. 1. As illustrated in the cross-sectional view of Fig. 2(a), the ink droplets discharging mechanisms are not placed along one straight line, and when the respective ink droplets discharging mechanisms are laminated and placed, they are placed with offsets in a staggered structure so as to prevent

the adjacent pressure chambers 13 from interfering with each other, and the directing paths 14 are bent so as to align the respective nozzles 12 along one row when viewed from the discharging direction, with the supplying paths 16 being successively connected to one ink chamber 15. Moreover, Bimorph structural bodies are placed on the upper and lower portions of the pressure chamber 13. The Bimorph structural body is arranged so that paired back-face electrodes A, B22-a and B22-b are placed at positions apart from the respective upper and lower wall faces of the pressure chamber 13 with predetermined distances, and front-face electrodes A, B21-a and B21-b are placed at positions apart from the respective back-face electrodes A, B22-a and B22-b with predetermined distances. The front-face electrode 21 is connected to a signal generating source and the back-face electrode 22 is connected to ground. When a voltage is applied to the front-face electrode 21, an electric field is generated between the front-face electrode 21 and the back-face electrode 22, and a distortion is generated due to the electrostrictive effect of the material filling the gap. No electric field is generated between the back-face electrode 22 and the pressure chamber 13 so that no distortion is generated in this gap; however, a bending moment is generated by the distortion generated between the front-face electrode 21 and the back-face electrode 22 so that a flexible distortion is exerted toward the pressure

chamber 13 along the length direction and the width direction of the pressure chamber 13; thus, a volume change is generated in the pressure chamber 13. This volume change causes a pressure wave in the ink inside the pressure chamber 13 so that the pressure wave is transmitted to the nozzle 12 through the directing path 14; thus, the ink pressure inside the nozzle 12 abruptly rises so that ink droplets 11 are discharged from the nozzle 12. Since these Bimorph structural bodies are placed on both of the sides of the pressure chamber 13, this is allowed to sufficiently function with a comparatively low voltage in comparison with the prior art head shown in Fig. 7. With respect to the Bimorph structural bodies, as illustrated in Figs. 2(b) and 2(c), an electrode space 23 is placed between the respective front-face electrodes 21 so as to prevent electrical interference such as a leak electric field and mechanical interference such as flexible distortion between the Bimorph structural bodies on the upper and lower ink droplets discharging mechanisms. Therefore, with respect to a predetermined number of nozzles, for example, 32 nozzles, this arrangement is achieved by repeatedly laminating the above-mentioned ink droplets discharging mechanisms. In other words, the above-mentioned arrangement makes it possible to provide a head that is free from the limitation of the number of nozzles.

Next, an explanation will be given of a detailed construction and a manufacturing method for achieving the head

of the present invention. Fig. 3 is a perspective view that shows one portion of Fig. 1 that corresponds to a thin film that is laminated in the manufacturing process. A nozzle plate A24, shown in the uppermost portion of Fig. 3, is provided with a nozzle 12, a directing path 14, a pressure chamber 13, a supplying path 16, an ink chamber 15 and an electrode space 23 placed as a vacancy, and on the surface of a piezo plate A25, formed by a piezo-electric material located below, a front-face electrode 21 is placed at a position corresponding to the electrode space 23, and at the corresponding position on the rear face thereof, a back-face electrode 22 is placed, with the ink chamber being also placed. Further, below this, a piezo plate B26 is placed, and this has a shape formed by reversing the surface and rear faces of the piezo plate A25 as they are. Moreover, below this, a nozzle plate B27 is placed, and this also has a shape formed by reversing the surface and rear faces of the nozzle plate A24. The ink-jet head of the present invention is obtained in the following processes: these four basic plates are laminated with many sets of layers, and at last, to the upper and lower ends of these layers are joined a piezo plate C28 without an electrode, a piezo plate D29 that is the same as the piezo plate A25, and a bottom plate 30 without any ink chamber 15; and in this structure, next, a back plate 31 having ink supplying holes 32 is bonded to the face corresponding to the ink chamber 15.

Conventionally, electronic parts using ceramics, such as capacitors, resistors, inductors, printing substrates and varistors, have achieved great developments in providing small sizes, high performances and high reliability, by using a laminated ceramic processing technique in which a green sheet method is used. By further developing this technique, a laminated ceramics ink-jet head using a vacancy-forming technique has been proposed by the same applicant in Japanese Unexamined Patent Publication No. 60-243220. In accordance with this vacancy-forming technique, a photosensitive resin, which is decomposed to disappear in a binder-removing process of a laminated ceramics process, is used, and as illustrated in Fig. 4, a photomask having a vacancy pattern constituted by a nozzle section 12', a directing path section 14', a pressure chamber section 13', a supplying path section 16', an ink chamber section 15', an electrode space section 23' and a frame 33 is exposed by ultraviolet rays so that a vacancy formation member 34 thus patterned is obtained. As illustrated in Fig. 5, these vacancy formation members 34 are laminated together with ceramic green sheets 35 having electrodes 36 printed at positions corresponding to the pressure chambers 13, as many as the number required. Thereafter, this laminated body is subjected to a binder-removing process and a sintering process so as to form a sintered body. Moreover, the vacancy formation member 34 is decomposed in the binder-removing process so that



the spaces, occupied by the vacancy forming pattern, are allowed to form vacancies in the ceramics formed by deformed ceramic green sheets after the sintering process. Since the pattern of the vacancy formation member 34 is formed through a photolithography technique, this has high precision, and makes it possible to provide a fine, complex pattern, and the vacancy formation member 34 is laminated, and by optimizing the processing conditions during the sintering process, it is possible to form vacancies with high precision in ceramics while maintaining high precision in the vacancy forming pattern. The application of the above-mentioned vacancy forming technique makes it possible to easily manufacture a laminated ink-jet head having a construction as shown in Figs. 1 to 3.

#### [EFFECTS OF THE INVENTION]

By using the above-mentioned arrangements, the present invention makes it possible to provide an ink-jet head with not less than 32 dots which is conventionally considered to be difficult to manufacture, and allows this to discharge ink droplets with a low voltage, and the ink-jet head is allowed to have a height close to a predetermined recording height and a small-size construction with a comparatively narrow width, and the application of a vacancy forming technique of ceramics makes it possible to provide high mass producing property and high reliability, and also to make a printer smaller, lighter and inexpensive.

## BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1 is a perspective view showing an outer shape of one embodiment of the present invention; Figs. 2(a), 2(b) and 2(c) are respectively cross-sectional views taken along line A-A', line B-B', and line C-C' of Fig. 1; Fig. 3 is a perspective view that shows one portion of Fig. 1 that corresponds to a thin film that is laminated in the manufacturing process; Fig. 4 is a perspective view of a vacancy formation member used in the manufacturing process of the head of Fig. 1; Fig. 5 is an exploded cross-sectional view of laminated layers in the manufacturing process of the head shown in Fig. 1; Fig. 6 is a typical structural drawing of a conventional ink-jet head of a drop on-demand type; and Fig. 6(a) is a plan view, Fig. 6(b) is a plan view from which an elastic plate is removed, Fig. 6(c) is a cross-sectional view taken along line A-A'; and Fig. 7 is a typical structural drawing that shows a conventional head of collection type.

12---nozzle, 13---pressure chamber, 15---ink chamber, 17---nozzle plate, 18---elastic plate, 21---front-face electrode, 22---back-face electrode, 23---electrode space, 34---vacancy formation member, 35---ceramic green sheet.

[ENGLISH TRANSLATION OF FIGURES]

FIG. 1

- ① Nozzle
- ② Electrode space

FIG. 2 (a)

- ③ Ink droplets
- ④ Electrode
- ⑤ Ink chamber
- ⑥ Directing path
- ⑦ Pressure chamber
- ⑧ Supplying path

FIG. 2 (b)

- ⑨ Back-face electrode A
- ⑩ Front-face electrode A
- ⑪ Electrode space

FIG. 2 (c)

- 13 Pressure chamber

FIG. 3

- ① Electrode space
- ② Nozzle
- ③ Front-face electrode

- ④ Back-face electrode
- ⑤ Pressure chamber
- ⑥ Ink chamber
- ⑦ Nozzle plate A
- ⑧ Piezo plate A
- ⑨ Back plate
- ⑩ Ink supply hole
- ⑪ Bottom plate

FIG. 4

- ⑫ Electrode space section
- ⑬ Ink chamber section
- ⑭ Supplying path section
- ⑮ Pressure chamber section
- ⑯ Vacancy formation member
- ⑰ Directing path section
- ⑱ Frame
- ⑲ Nozzle section

FIG. 5

- ① Ceramic green sheet
- ② Print electrode
- ③ Vacancy formation member

FIG. 6

- ④ Piezoelectric element
- ⑤ Nozzle
- ⑥ Directing path
- ⑦ Pressure chamber
- ⑧ Supplying path
- ⑨ Ink chamber
- ⑩ Elastic plate
- ⑪ Ink droplet
- ⑫ Nozzle plate
- ⑬ Meniscus

FIG. 7

- ① Piezoelectric element
- ② Elastic plate
- ③ Nozzle
- ④ Pressure chamber
- ⑤ Nozzle plate
- ⑥ Ink chamber